



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL DE BANANO ORGÁNICO  
(*MUSA SAPIENTUM L.*) COMO ALTERNATIVA DE CONSUMO DE UNA  
BEBIDA ALCOHÓLICA

CUJILEMA REA JHON ROBERTO  
INGENIERO EN ALIMENTOS

ZAMBRANO ESPINOZA JORGE ANDRES  
INGENIERO EN ALIMENTOS

MACHALA  
2020



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL DE BANANO  
ORGÁNICO (*MUSA SAPIENTUM L.*) COMO ALTERNATIVA DE  
CONSUMO DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA

CUJILEMA REA JHON ROBERTO  
INGENIERO EN ALIMENTOS

ZAMBRANO ESPINOZA JORGE ANDRES  
INGENIERO EN ALIMENTOS

MACHALA  
2020



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

TRABAJO TITULACIÓN  
TRABAJO EXPERIMENTAL

ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL DE BANANO ORGÁNICO (*MUSA SAPIENTUM L.*) COMO ALTERNATIVA DE CONSUMO DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA

CUJILEMA REA JHON ROBERTO  
INGENIERO EN ALIMENTOS

ZAMBRANO ESPINOZA JORGE ANDRES  
INGENIERO EN ALIMENTOS

AYALA ARMIJOS JOSE HUMBERTO

MACHALA, 06 DE MAYO DE 2020

MACHALA  
2020

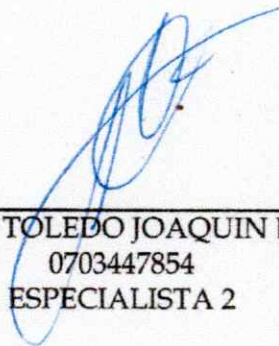
**Nota de aceptación:**

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL DE BANANO ORGÁNICO (*MUSA SAPIENTUM L.*) COMO ALTERNATIVA DE CONSUMO DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



---

AYALA ARMIJOS JOSE HUMBERTO  
0704018803  
TUTOR - ESPECIALISTA 1



---

SIGUENZA TOLEDO JOAQUIN DARWIN  
0703447854  
ESPECIALISTA 2



---

BRAVO BRAVO VERONICA PATRICIA  
0703690123  
ESPECIALISTA 3

Machala, 06 de mayo de 2020

# Banano

## INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE  
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[bodegadecervezas.wordpress.com](http://bodegadecervezas.wordpress.com)

Fuente de Internet

1%

2

Submitted to Fundacion Universidad de America

Trabajo del estudiante

1%

3

Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD  
AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA

Trabajo del estudiante

1%

4

[www.exeedu.com](http://www.exeedu.com)

Fuente de Internet

1%

5

[www.scielo.cl](http://www.scielo.cl)

Fuente de Internet

1%

6

[www.scielo.br](http://www.scielo.br)

Fuente de Internet

1%

7

[docslide.us](http://docslide.us)

Fuente de Internet

1%

8

[creativecommons.org](http://creativecommons.org)

Fuente de Internet

<1%

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Los que suscriben, CUJILEMA REA JHON ROBERTO y ZAMBRANO ESPINOZA JORGE ANDRES, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL DE BANANO ORGÁNICO <i>(MUSA SAPIENTUM L.)</i> COMO ALTERNATIVA DE CONSUMO DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

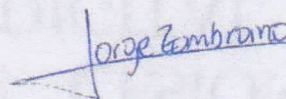
Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 06 de mayo de 2020



CUJILEMA REA JHON ROBERTO  
0705334878



ZAMBRANO ESPINOZA JORGE ANDRES  
0706707585

## **DEDICATORIA**

A Dios por habernos dado la vida y poder culminar con éxitos esta carrera universitaria que fue un camino arduo que se recorrió durante estos 5 años.

A nuestros padres por el apoyo incondicional brindado a lo largo de nuestras vidas, a nuestras hijas por ese amor que nos han dado y brindado.

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestros padres por haber apoyado incondicionalmente en nuestra carrera brindándonos todas las comodidades necesarias para no tener inconvenientes para recibir las clases en nuestra universidad.

A nuestros docentes por haber tenido la paciencia y dedicación para brindar sus conocimientos durante nuestra vida universitaria, ya que gracias a ellos estamos por ser unos buenos profesionales respetuosos y responsables



## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo la elaboración de cerveza artesanal por sustitución parcial derivada del banano orgánico (*Musa Sapientum L*) de la variedad Cavendish mediante el proceso de fermentación alcohólica con el fin de aprovechar el producto no calificado para la exportación y darle un valor agregado a este subproducto, el cual no es aprovechado con fines industriales. La caracterización físico química de las materias primas y de la cerveza fue determinada mediante los análisis de pH por medio de potenciómetro, acidez por volumetría, cenizas por método termogavimétrico, °brix mediante refractómetro, azúcares reductores por espectrofotometría. Los resultados que se obtuvieron en la caracterización del jugo de banano orgánico con enzimas tienen °Brix  $14,48 \pm 1,02$ , de pH  $4,48 \pm 0,02$ , de Humedad  $80,15 \pm 3,48$ , de Acidez  $0,17 \pm 0,06$ , de Sólidos Totales  $19,81 \pm 3,33$  y Cenizas  $0,98 \pm 0,03$  mientras que sin enzimas se obtuvo los siguientes resultados ° Brix  $15,30 \pm 1,10$ , de Ph  $3,89 \pm 0,02$ , de Humedad  $84,03 \pm 3,41$ , de Acidez  $0,14 \pm 0,04$ , de Sólidos Totales  $15,97 \pm 3,41$  y Cenizas  $1,02 \pm 0,02$ , en los azúcares reductores, El porcentaje azúcares reductores de los tratamiento de jugo de banano orgánico con enzimas y sin enzimas. En el cual en un periodo de tiempo de 48 horas existe un mayor consumo de azúcares, esto se da en los primeros días de fermentación la velocidad de reacción es muy alta basándonos en lo que dice con enzimas se partió con  $370,417\text{g/L}$  y se consumió hasta  $341\text{g/L}$  en cambio sin enzimas se obtuvieron valores de  $349,119\text{g/L}$  hasta un consumo de  $246,494\text{g/L}$ . Para la preparación de las formulaciones de la cerveza de banano orgánico se procedió a realizar la elaboración en las instalaciones de la Planta industrial de la Asociación Agraria Bananera Fincas de El Oro las cuales fueron necesarias por las condiciones óptimas para su elaboración Mediante el estudio de las 4 formulaciones una de ellas una muestra patrón, se puede apreciar el consumo de azúcares que se da en el proceso de fermentación donde nuestro principal objetivo es saber cómo está reaccionando nuestras muestras con la finalidad de elegir nuestro mejor proceso, El valor de catación en el parámetro de aroma tuvo como principal objetivo la comparación de las distintas muestras detalladas anteriormente mediante un sistema de cata conformada por distintos catadores hombres y mujeres que eran conformados por los mismos socios de la asociación donde cabe destacar que los que obtuvieron mayor puntaje en este parámetro fueron las muestras 1

(100% Cebada Malteada) y muestra 2 (75% Banana: 25% Cebada Malteada) cabe destacar los siguientes resultados las diferencias estadísticas fueron de un porcentaje menor al 0,05% lo que demostró que si hay diferencias significativas de todas las muestras evaluadas.

cabe recalcar que las 4 muestras tienen un grado de aceptación aceptable lo que la diferencia es la cantidad de materia prima que se utiliza al momento que se realiza el proceso de obtención de la cerveza concluimos que las 4 formulaciones logran un comportamiento que está dentro de los parámetros (densidad, grado alcohólico, azúcares y ph) para elaboración de una cerveza artesanal llegando a concluir que la formulación 3 obtuvo mayor grado de aceptabilidad con respecto a las demás formulaciones .

**Palabras claves:** Fermentación, Banano Orgánico,  $\alpha$ -amilasa, Maltina, Saccharomyces Cerevisiae.

## ABSTRACT

The objective of this research was the production of craft beer by partial replacement derived from organic bananas (*Musa Sapientum L*) of the Cavendish variety through the alcoholic fermentation process in order to take advantage of the unqualified product for export and give added value to this by-product, the which is not used for industrial purposes. The chemical physical characterization of raw materials and beer was determined by means of pH analyzes by means of potentiometer, acidity by volumetry, ashes by thermogravimetric method, ° brix by refractometer, reducing sugars by spectrophotometry. The results obtained in the characterization of organic banana juice with enzymes have Brix °  $14.48 \pm 1.02$ , pH  $4.48 \pm 0.02$ , Humidity  $80.15 \pm 3.48$ , Acidity  $0, 17 \pm 0.06$ , from Total Solids  $19.81 \pm 3.33$  and Ashes  $0.98 \pm 0.03$  while without enzymes the following results were obtained ° Brix  $15.30 \pm 1.10$ , from Ph  $3.89 \pm 0.02$ , Humidity  $84.03 \pm 3.41$ , Acidity  $0.14 \pm 0.04$ , Total Solids  $15.97 \pm 3.41$  and Ash  $1.02 \pm 0.02$ , in reducing sugars, Reducing sugar percentage of organic banana juice treatment with enzymes and without enzymes. In which in a period of 48 hours there is a higher consumption of sugars, this occurs in the first days of fermentation the reaction rate is very high based on what it says with enzymes it was split with 370,417g / L and consumed up to 341g / L instead without enzymes values of 349,119g / L were obtained up to a consumption of 246,494g / L. For the preparation of the organic banana beer formulations, it was carried out the elaboration in the facilities of the Industrial Plant of the Agricultural Association of Banana Farms of El Oro which were necessary due to the optimal conditions for its elaboration By means of the study of 4 formulations one of them a standard sample, you can see the consumption of sugars that occurs in the fermentation process where our main objective is to know how our samples are reacting in order to choose our best process, the value of catation in the The main objective of the aroma parameter was the comparison of the different samples detailed above by means of a tasting system made up of different male and female tasters that were made up of the same partners of the association where it should be noted that those who obtained the highest score in this parameter were Samples 1 (100% Malted Barley) and samples tra 2 (75% Banana: 25% Malted Barley) the following results should be highlighted, the statistical differences were of a percentage lower than 0.05%, which showed that if there are significant differences of all the samples evaluated.

It should be noted that the 4 samples have an acceptable degree of acceptance, what differentiates them is the amount of raw material that is used at the time of the beer production process. We conclude that the 4 formulations achieve a behavior that is within the parameters (density, alcoholic strength, sugars and ph) for making a craft beer, concluding that formulation 3 obtained a greater degree of acceptability with respect to the other formulations.

**Key words:** Fermentation, Organic Banana,  $\alpha$ -amylase, Maltina, Saccharomyces Cerevisiae.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	3
PROBLEMÁTICA.....	10
CAPITULO I.....	9
INTRODUCCIÓN.....	9
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	11
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b> .....	11
HIPÓTESIS.....	12
Hipótesis Alternativa.....	12
Hipótesis Nula.....	12
CAPÍTULO II.....	13
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	13
<b>2.1 CERVEZA</b> .....	13
2.1.1 Definición.....	13
2.1.2 historia de la cerveza.....	13
2.3 Tipos de fermentación.....	14
2.4 Fermentación Alcohólica.....	14
2.5 Agua.....	15
2.6 Banano.....	15
2.7 Cebada.....	16
2.8 Lúpulo.....	17
2.8.2 Levaduras.....	19
2.8.2.1 Saccharomyces Cerevisiae.....	19
CAPITULO III.....	22
<b>3. MATERIALES Y METODOS</b> .....	22
<b>3.1. Ubicación del experimento</b> .....	22
3.1.1 Muestras y Sustancias.....	22
3.2 Métodos.....	22
3.2.1 Análisis físico químico.....	22
3.3 Materiales y equipos.....	25
3.4 Metodología.....	26
3.4.1 Obtención de Jugo de Banano.....	26
3.4.2 Obtención de Cerveza de Banano.....	28
3.4.2.1 Diagrama de Flujo de cerveza de Banano Orgánico.....	29

<b>3.4.2.2 Descripción del Diagrama de flujo</b> .....	30
<b>CAPITULO I V</b> .....	32
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b> .....	32
<b>Tabla 3. Comparación físico química de banano orgánico sin enzimas y con enzimas</b> ...	32
<b>4.1 ANALISIS DE PORCENTAJE DE SUSTICION PARCIAL DE CEBADA MALTEADA</b> .....	34
<b>4.2 ANALISIS ESTADISTICO</b> .....	35
<b>4.2.1 ANALISIS EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN</b> .....	35
<b>4.3 ANALISIS SENSORIAL</b> .....	39
<b>4.3.1ANALISIS COMPARATIVO DE AROMA</b> .....	39
<b>4.3.1.1Resumen Estadístico</b> .....	39
<b>4.4 ANALISIS COMPARATIVO DE SABOR</b> .....	40
<b>4.4.1Resumen Estadístico</b> .....	40
<b>4.5 ANALISIS COMPARATIVO DE AMARGOR</b> .....	42
<b>4.5.1 Resumen Estadístico</b> .....	42
<b>4.6 Análisis comparativo de espuma</b> .....	43
<b>4.6.1 Resumen Estadístico</b> .....	43
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	46

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

El Ecuador es uno de los países con el mayor número de productores de banano y es el primer exportador de esta materia prima, en el año 2009 las exportaciones bananeras crecieron a 271.826.711 cajas de banano cantidad que supera las del año 2007 esta materia prima se encuentra principalmente en las provincias de El Oro, Guayas y los ríos que corresponden al 91% de los productores en el país(Campuzano et al., 2010).

La producción de cerveza cuenta con una rica historia sobre su origen y diversidad en los productos que como materia prima la convierten en un producto de alta aceptación dentro del mercado nacional e internacional en todos los estratos sociales, en nuestro país los consumidores pueden optar con cerveza industrial y artesanal, esta última es consumida en sectores preferenciales por cuanto en su elaboración no se utilizan algún tipo de aditivo artificial y su proceso de elaboración el cual es manual desde la molienda de las maltas hasta su embotellamiento, considerando las propuestas del estado de incursionar en emprendimientos y propuestas que le den valor agregado a la producción nacional, considerando que nuestro país es altamente productor de banano y para hacer la selección de la exportación una gran cantidad de este producto no pasa las normas de control de calidad para su exportación, motiva darle un diverso valor agregado entre estos la producción de cerveza artesanal de banano orgánico. Por qué su cultivo está libre de productos quicos por lo que existe una relación y característica con la cerveza artesanal.

## **PROBLEMÁTICA**

La provincia de el Oro se ha caracterizado por ser una de las provincias con mayor producción bananera la misma que tiene como destino importantes mercados norteamericanos y europeos, que para su exportación debe cumplir con exigentes normas de calidad o selección, este proceso genera un significativo porcentaje de la fruta que no califica y que tendrá como destino usos inferiores, así como la pérdida en su valor comercial, el no existir tecnología y emprendimientos que le den otros usos producirá el desperdicio de esta fruta.

En nuestro país en la actualidad se está iniciando la elaboración de cerveza artesanal, la misma que por su origen y tratamiento en la elaboración tiene un selecto y reducido sector de consumo por no existir fuentes de producción satisfagan su demanda, esta oportunidad debe ser aprovechada para incursionar en la elaboración de cerveza generada del banano que no califica para su exportación.



## **OBEJTIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Elaborar un tipo de cerveza artesanal de banano orgánico (*Musa Sapientum L*), como alternativa de consumo dentro del campo de las bebidas alcohólicas para la provincia de El Oro.

### **OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Elaborar 3 diseños experimentales de cerveza artesanal de banano orgánico para el consumo en la provincia
- Realizar análisis sensorial para la aceptación del producto.
- Determinar las características físico químicas del proceso de la cerveza de banano orgánico.

## **HIPÓTESIS**

### **Hipótesis Alternativa**

Los distintos niveles de banano y azúcares influyen en la elaboración de cerveza de cebada y banano.

Los distintos porcentajes de mezcla entre los tratamientos de cebada y banano, influyen en las características organolépticas de la cerveza artesanal

### **Hipótesis Nula**

Los distintos niveles de banano y azúcares no influyen en la elaboración de cerveza de cebada y banano.

Los distintos porcentajes de mezcla entre los tratamientos de cebada y banano, no influyen en las características organolépticas de la cerveza artesanal

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 CERVEZA**

##### **2.1.1 Definición**

La cerveza es una bebida natural con bajo contenido de calorías con un bajo grado alcohólico, sin grasas ni azúcares y con una calidad importante de hidratos de carbono, vitaminas y proteínas.(Medina et al., 2015)

La cerveza, bebida alcohólica elaborada a partir de agua, cereal, lúpulo y levadura, es tan antigua como nuestra civilización, se cree que su origen está unido a los primeros asentamientos humanos junto al desarrollo de la agricultura y alejamiento de modo de vida nómada (Bigeon et al., 2017)

Los beneficios que aporta la cerveza en la salud se basa en los compuestos antioxidantes(polifenoles), que reducen la presencia de radicales libres en el organismo, y de fitoestrogenos, elementos biosimilares (Medina et al., 2015)

Se define como una bebida fermentada de levaduras seleccionadas, el mosto procedente de cebada solo o mezclado con otros productos amiláceos transformables en azúcares por digestión enzimática, cocción y aromatizado con flores de lúpulo (Medina et al., 2015)

##### **2.1.2 historia de la cerveza**

La cerveza es una de las bebidas más antiguas del mundo, junto con el vino. Desde hace miles de años el ser humano viene disfrutando de cervezas de todo tipo, colores y sabores, no existen datos sobre quienes inventaron la cerveza, pero los registros más antiguos sobre este sabroso producto, nos remontan a 6.000 años atrás, en la zona de la Mesopotamia, específicamente en Sudán, los sumerios ya hacían cerveza e incluso dejaron registros escritos sobre la elaboración de este producto (Sagromsky, 1972)

Los sumerios preparaban cerveza de la siguiente forma, tomaban pan hecho harina de trigo, lo cortaban en pedazos y metían en bandejas para que se sequen al sol por algunos días, Ellos llamaron a esa cerveza Siraku según el antiguo Egipto que remonta a 4.000

años A.C. La elaboración de la cerveza creció al mismo ritmo que lo hicieron las carreteras, los canales y los ferrocarriles. (Sagromsky, 1972)

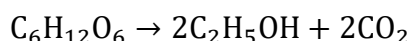
### **2.3 Tipos de fermentación**

Existen dos tipos de fermentación: alta, la cual son llevadas a cabo por levaduras flotantes la cual produce la cerveza Ale. La fermentación baja en cambio corresponde a las levaduras que van fondo en el lapso de la fermentación y que es utilizada para la elaboración de la cerveza Lager (Jara et al., 2007).

### **2.4 Fermentación Alcohólica**

La fermentación alcohólica es modificación anaerobia de los azúcares, sobre todo las hexosas como lo son la glucosa y fructosa, en etanol y dióxido de carbono, así como la generación de varios tipos de subproductos. La producción de etanol por fermentación constituye un paso intermedio, pero importante, en la obtención de bebidas alcohólicas (López de la Maza et al., 2019) .

Es una bioreacción que permite degradar azúcares que permite degradar azúcares en alcohol y dióxido de carbono. La conversión se representa mediante la ecuación (Vázquez, 2007)



#### **2.4.1 Etanol**

Es un líquido incoloro y que se volatiliza, es de olor agradable, se lo obtiene por dos métodos: la fermentación de los azúcares y el método sintético a partir de etileno, la fermentación de los azúcares se da a partir de la maceración de granos, jugo de frutas, miel, papa o melazas utilizando enzimas catalizadoras que transforman los azúcares complejos a sencillos (Mosquera, 2006)

##### **2.4.1.1 La hidrólisis endo-enzimática**

Es un proceso que se relaciona con la activación de las enzimas endógenas (amilasas, celulasas, Pectinasas) mediante la aplicación de etileno (hormonas de maduración), esto se debe dar en condiciones controladas de humedad relativa y de temperatura, para con

esto obtener una fruta con características organolépticas deseadas por el consumidor (Guevara Bravo, 2015).

## **2.5 Agua**

El agua es uno de los cuatro elementos que forman el mundo según los griegos, está formada por dos átomos de hidrógeno(H) y un átomo de oxígeno(O) unidos mediante enlaces covalentes, su densidad es de 1 a 2°C, la congelación de la misma es diferente a la de otros líquidos (Sagromsky, 1972)

### **2.5.1 El agua en la elaboración de la Cerveza**

El agua es la materia prima que se usa como insumo principal para la obtención de un litro de cerveza se calcula que se han necesitado 7 litros de agua. Se necesita agua para el malteado de los cereales, para su limpieza, para la maceración, para la clarificación del mosto, para la refrigeración y para la limpieza en general entre otras cosas.

(Mesones B. D., 2005, pág. 12)

La calidad del agua siempre ha sido un buen argumento para la venta de cervezas. Para la elaboración de cerveza es suficiente que el agua sea potable, que no contenga bacterias patógenas que puedan traer o provocar enfermedades al ser humano. (Mesones B. D., 2005, pág. 12)

Para la obtención de diferentes variedades de cerveza es necesario que el agua tenga las características óptimas . Para un Pale Ale estilo Burton-on-Trend, el agua tendrá que ser rica en sulfatos, para un Pilsen estilo checo, el agua tendrá que tener unos niveles de carbonatos por encima de lo normal. (Mesones B. D., 2005, pág. 12)

En la elaboración de la cerveza Brown Ale el agua debe estar con niveles de carbonatos de moderados a altos para que estos se balancearían apropiadamente la acidez de las maltas oscuras. (Mesones B. D., 2005, pág. 12)

## **2.6 Banano**

El banano es una planta herbácea monocotiledónea de gran tamaño.se desarrollan en climas tropicales y subtropicales del mundo; esta fruta es considerada como un alimento

esencial para un sin número de personas en los países en vías de desarrollo. Se presume, que el banano fue cultivado en el sudeste asiático desde hace unos 7000 años, con el pasar del tiempo los viajes y migrantes lo llevaron a distintas partes del mundo (Orellana, 2008).

### **2.6.1 Banano orgánico**

El banano orgánico es aquel que no contiene químicos y que no es alterado ni modificada su maduración, se lo realiza mediante una variedad de nutrientes de origen vegetal o animal y muy pocos aditivos, sus propiedades tienen un alto valor energético, contiene vitamina B, C y potasio (Palomeque, 2016)

### **2.7 Cebada**

La cebada (*Hordeum vulgare L.*) pertenece al grupo de cereales cultivados desde la antigüedad. 7.000 años a.C.(Ríos et al., 2011), es el quinto cereal de mayor producción a nivel nacional; con el 50% del área y 63% del volumen de producción concentrados en Europa, donde se produce noventa millones de t/año. Con una productividad promedio de 4,00t/ha (Lema-Aguirre et al., 2016).

El cultivo de la cebada en el país remonta desde los tiempos de la conquista española, cuando por necesidad de forraje para alimentar a los caballos fue cultivada con anterioridad al trigo, después del maíz y a pesar de la reducción de la superficie cultivada, es el cereal de más amplia distribución en la región interandina, en razón de su empleo diversificado; un 40% se destina para consumo humano, se la utiliza primordialmente en la población, el 40% se lo procesa en plantas procesadoras de alimentos, en la obtención de malta y cerveza, en cuanto que lo restante que es el 20% se destina para forraje (Jorge Coronel, 2011).

#### **2.7.1 Cebada malteada**

Cebada malteada es el producto resultante de someter el grano de cebada a un proceso de germinación que es controlada, secada y tostado en condiciones adecuadas para su posterior empleo en la elaboración de la cerveza (INEN, 2013)

### **2.7.2 Malta**

La malta es el resultado de la germinación y secado de los granos de cereales durante tiempos y temperaturas determinadas (Gallardo et al., 2013). En muchos países de América Latina es el nombre de una bebida alimenticia y nutritiva, obtenida a partir de mosto compuesto por granos malteados, que pasan por un proceso de cocción y que son aromatizados con o sin flores de lúpulo (Nieblas et al., 2016).

### **2.7.3 Maltina**

La Maltina es una bebida alimenticia y nutritiva, adquirida de un mosto que es preparado con malta de granos, llevado a un proceso de cocción y aromatizado o no sus extractos con flores de lúpulo, se diferencia de la cerveza porque no es introducida aun proceso fermentativo, por esta razón escasea de grados alcohólicos (Gallardo et al., 2013).

### **2.8 Lúpulo**

El lúpulo (*humulus lupulusx L.*) es una planta herbácea, perenne y trepadora. Flores masculinas son blancas o blancas verdosas, reunidas en racimos axilares se emplea para aromatizar la cerveza y obtener el sabor característico amargo de la bebida.(Martínez et al., 2007).

Planta medicinal silvestre conocida en la antigüedad hace unos 6.000años a.C., el lúpulo se utiliza desde el siglo IX para la obtención de “lupulino”, empleado para la fabricación de la cerveza.(Martínez et al., 2007)

El lúpulo es una planta dioica, por lo que las flores pueden ser masculinas y femeninas se producen en distintos pies. Normalmente, los productores de lúpulo solo cultivan las plantas hembras. Las flores femeninas se agrupan en conos o piñas, formando verdaderos racimos. En base de las escamas que forman los conos que se encuentran la lupulina, una sustancia amarillenta y amarga que contiene resinas, aceites esenciales y taninos utilizadas en la industria cervecero, su función principal es aromatizar la cerveza. (Martínez et al., 2007)

Este producto, de aspecto y tacto de polvo, algo grasiento, tiene un aroma característico, más o menos intenso y fino que los perfumes que combinan intensidad y finura de aroma.(Martínez et al., 2007)

Los componentes de esta especie, los compuestos para la cerveza son las resinas que están presentes en el lúpulo fresco esta es la que le otorga el amargor y aporta a la formación de espuma y ayuda a la conservación de la cerveza (Suárez, 2013).

## **2.8.1 Compuestos del lúpulo**

### **2.8.1.1 Ácidos alfa**

la calidad del lúpulo viene marcada sobre todo por el alfa ácidos, especialmente por un conjunto de resinas(humulona) que tiene de 35 a 70% del total de alfa ácidos, la cohumulona del 20 al 65% y la adhumulona del 10 al 15% los cuales son responsables del amargor de la cerveza, están presentes en la cerveza en cantidades hasta los 4mg/ml contribuyendo a la misma en la estabilidad de la espuma y aportando sus características antibacterianas y esto hace que mejore su conservación (Martínez et al., 2007).

### **2.8.1.2 Ácidos Beta**

También llamados lupulonas, son resinas con un bajo poder de amargor, pero no oxidados son tan amargos como los ácidos alfa isomerizados aportan menos al amargor final de la cerveza (Martínez et al., 2007)

### **2.8.1.3 Aceites esenciales**

Otorgan sabor y aroma para la elaboración de la cerveza, su cantidad y calidad son específicas según sus variedades de lúpulo, esto representa desde el 0,5 al 3 % de su masa total (Martínez et al., 2007)



## **2.8.2 Levaduras**

las levaduras se encuentran inmersos en el reino fungí, son microorganismos unicelulares, sus células son eucariotas, trabajan a temperaturas de 18°C a 24°C, están compuestas por una membrana que rodea al material genético, durante varios años ha sido aplicada para la obtención de vino, cerveza y pan (López Pérez & Boronat Gil, 2013)

Son microorganismos más utilizados para la producción de etanol por la vía de fermentación, debido a que producen un mejor proceso de separación después de la fermentación, además producen un contenido de toxinas muy inferiores u otros microorganismos (Prida et al., 2012)

las levaduras son hongos unicelulares que han sido manejados durante siglos para sacar de productos como el vino, el pan o la cerveza. todas metabolizan azúcares como la glucosa, fructosa y manosa, pero algunas son capaces de hacerlo en condiciones anaerobias, con la producción de alcohol anhídrido carbónico, en la fermentación (Suárez-machín et al., 2016)

### **2.8.2.1 Saccharomyces Cerevisiae**

#### **2.8.2.2 Características generales**

Es una levadura perteneciente al grupo de microorganismos más íntimamente asociados al progreso y bienestar de las personas ; su nombre deriva del vocablo *saccharo* (azúcar), *myces* (hongo) y *cerevisiae* (*cerveza*). Es una levadura heterótrofa, que obtiene la energía a partir de la glucosa y tiene una elevada capacidad fermentativa. Puede aislarse con facilidad en plantas y tierra, así como del tracto gastrointestinal y genital humano (Suárez-machín et al., 2016).

#### **2.8.2.3 Almidón**

El almidón es un polímero de glucosa que constituye el principal producto de producto de almacenamiento en semillas y otros órganos, representa el 80% de la ingesta calórica mundial, se utiliza como alimento animal y social que adquirieron durante el siglo XX, las bebidas alcohólicas producidas a partir de cereales (Bernal, 2006).

La sintonización y degradación del almidón se dan por todo tipo de células vegetales en su desarrollo, por otra parte, aparecen diferencias en relación con el tipo de almidón producido, en la actualidad se sabe que múltiples isoformas de las enzimas son las que degradan el almidón como son la  $\alpha$ - y  $\beta$ -amilasas, enzimas ramificadas, almidón fosforilasa, glucosidasa y enzima desproporcionada que están presentes en la, mayoría de los órganos estudiados (Bernal, 2006).

#### **2.8.2.3.1 Gránulos de almidón**

Los gránulos de almidón se encuentran en un sistema de polimérico semicristalno, donde la cristalinidad varia de 15 a 45%, y es atribuida a las cadenas cortas lineales de la amilopectina, que forman dobles hélices organizadas en una estructura cristalina tridimensional (Hernández-Medina et al., 2008)

#### **2.8.2.4 La amilosa**

Es un polímero lineal conformado por cadenas de glucosas unidas por enlaces  $\alpha$ -1,4, que constituyen el 20 y 30 % del granulo de almidón en los órganos de almacenamiento de 4-20% en los gránulos procedentes de las hojas, su peso molecular se encuentra en el orden de  $10^5 - 10^6$ , la localización exacta de la amilosa en el granulo no ha sido determinada de manera concluyente, pero se ha surgido que se encuentra principalmente en la región menos cristalina (Bernal, 2006)

##### **2.8.2.4.1 $\alpha$ -amilasas**

La  $\alpha$ -amilasa son enzimas que catalizan al azar la hidrólisis de enlaces glicósidos  $\alpha$ - 1,4 de polisacáridos como el almidón y el glicógeno, su temperatura optima es de 62 a 65°C a pH de 5,0 para crear maltosa, oligosacáridos de diferentes tamaños y cadenas más o menos ramificadas llamadas dextrinas limite, tienen gran importancia en la industria de alimentos, textil, papelera y farmacológica, aunque las fuentes productoras de  $\alpha$ - amilasas incluyen plantas, animales y microorganismos, son las enzimas microbianas las que tienen mayor requerimiento de la industria alimentaria.(Espitia-Rocha et al., 2009)

Históricamente la producción de  $\alpha$ -amilasas se han llevado a cabo mediante proceso de fermentación líquida sumergida, debido al mayor control de factores ambientales como temperatura y pH. Cada aplicación de industrial de la  $\alpha$ -amilasas requiere propiedades

únicas respecto a especificidad, estabilidad, pH y de su temperatura (Espinel & López, 2009) .

#### **2.8.2.4.2 La amilopectina**

La amilopectina es un polisacárido semicristalno con un esqueleto de enlaces  $\alpha$ -1,4y 4,5% altamente ramificados con puntos de ramificación  $\alpha$ -1,6, la amilosa es de menor tamaño que la amilopectina su peso molecular varía entre  $10^7$ - $10^8$ , el peso molecular y el grado de ramificación de la amilopectina varia ampliamente y esta variedad estructural contribuyen a las diferencias en las propiedades químicas y físicas del almidón proveniente de varias fuentes (Bernal, 2006) .

## **CAPITULO III**

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Ubicación del experimento**

La presente investigación fue realizada en distintos lugares del cantón Machala, Provincia de El Oro donde los principales lugares fueron:

- Planta Industrial de Derivados de Banano de la Asociación Agraria Bananera Fincas de El Oro.
- Laboratorios de investigación de la Universidad Técnica de Machala.

##### **3.1.1 Muestras y Sustancias**

- Puré de Banano sin enzimas (Amilasa, Pectinasa).
- Puré de Banano con enzimas (Amilasa, Pectinasa).
- Jugo de Banano
- Mosto de banano previamente a fermentar a distintas formulaciones.

#### **3.2 Métodos**

##### **3.2.1 Análisis físico químico**

Los análisis que fueron realizados para la determinación de las características de las materias primas, mosto y de la cerveza

- °Brix
- pH
- Acidez
- Cenizas
- Humedad
- Solidos Totales

- Composición química
- Densidad
- Azúcares totales
- Grado alcohólico
- Agua

### **3.2.1.1 Determinación de sólidos solubles (grados brix)**

Se utilizó un refractómetro digital, donde el modo de usarlo es colocando un par de gotas de la muestra que se va analizar en el prisma principal, posterior a eso presionar el botón que marcara la lectura en el equipo (Dadzie & Orchard, 1997)

### **3.2.1.2 Determinación de pH**

Mediante el método de potenciometria, el cual se utilizó un pH-metro. En un vaso de precipitación se colocan de 5 a 10 ml de muestra, hasta que el electrodo quede totalmente sumergido, seguidamente se procede a realizar la lectura del pH en el equipo (Dadzie & Orchard, 1997).

### **3.2.1.3 Determinación de Acidez**

En un Erlenmeyer de capacidad de 250ml, medir de 3 a 5 ml de muestra y hallar su equivalencia en peso, con una probeta añadir 50 ml de agua destilada libre de CO<sub>2</sub>, agitar bien hasta completar una disolución y luego añadir de 3 a 5 gotas del indicador fenolftaleína y titular con una solución valorada de hidróxido de sodio al 0,1N (NaOH), hasta obtener una coloración rosado persistente, que nos indicara cuando ya esté lista la titulación (Dadzie & Orchard, 1997) .

### **3.2.1.4 Determinación de Humedad por analizador de Humedad de halógenos**

Para este análisis se utilizó un analizador de humedad de halógenos modelo MB-35 marca Ohaus, consiste en evaporar agua por calentamiento en una termobalanza y su determinación por pérdida de peso, para esto se procedió a colocar de 0,1g a 5g en una placa de aluminio, se lleva a calentamiento al equipo a 105°C durante 10 minutos hasta peso constante de la muestra (Tirado et al., 2015)

### **3.2.1.5 Determinación de Sólidos Totales**

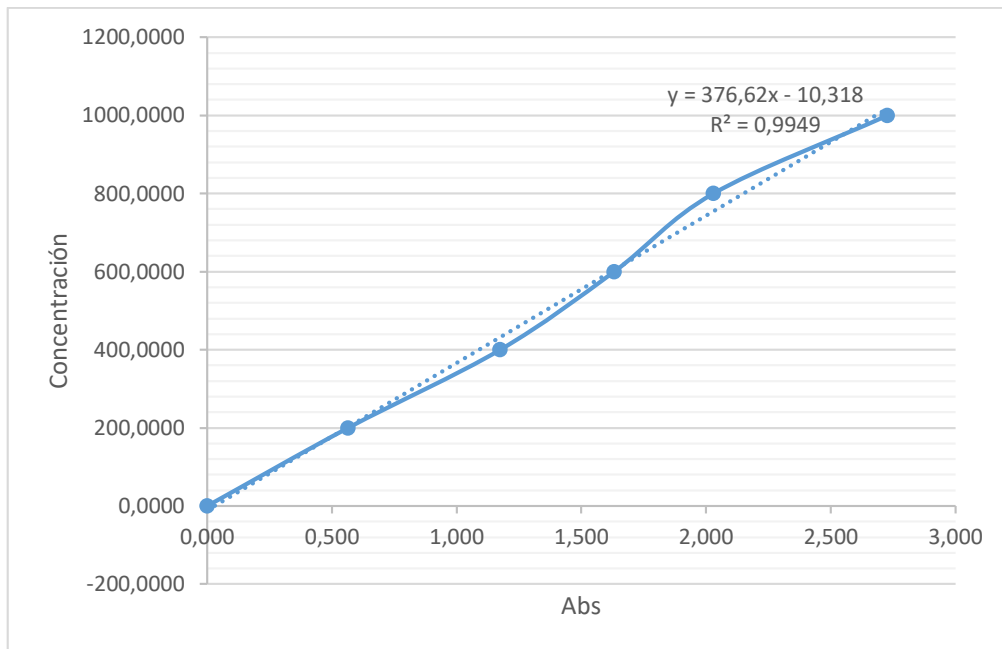
Para este análisis se utilizó un analizador de humedad de halógenos modelo MB-35 marca Ohaus, consiste en evaporar agua por calentamiento en una termobalanza y su determinación por pérdida de peso, para esto se procedió a colocar de 0,1g a 5g en una placa de aluminio, se lleva a calentamiento al equipo a 105°C durante 10 minutos hasta peso constante de la muestra (Tirado et al., 2015).

### **3.2.1.6 Determinación de cenizas**

En un crisol de porcelana previamente estandarizado pesar de 2 a 5 g de muestra llevar a la mufla de calcinación a una temperatura de 550°C a 600°, durante 4 horas a peso constante, se incinera hasta obtener un residuo de color blanco o grisáceo, luego enfriar en el desecador durante 1 hora y pesar (Rodríguez De la Pava et al., 2013)

### **3.2.1.7 Determinación de Azúcares Reductores**

Para la determinación de azúcares reductores se usó el método del ácido 3,5-dinitrosalicílico. En tubos de ensayo de 10ml se incorporan 0,5ml de muestra y 0,5ml de reactivo DNS. Los tubos se colocan en un recipiente con agua a 100°C por 5 min. Se enfrían hasta temperatura ambiente y se le añade 5ml de agua destilada. Se agita o para mayor eficiencia se centrifuga y se realiza la lectura a 540 nm en espectrofotometría (Bello GIL, 2006).



**Gráfica 1 Curva patrón de azúcares reductores**

#### **Autoría**

### **3.3 Materiales y equipos**

- Balanza analítica
- Termómetro
- Erlenmeyer
- Micro pipetas 10 y 1000 ul
- Tubos de ensayos
- Vasos de precipitación
- Bureta de 25ml
- Soporte universal
- Pinza
- Crisoles
- Capsulas de porcelana
- Balanza con fuente de calentamiento
- Estufa
- Mufla
- Desecador
- Espectrofotómetro uv visible

- Espátula
- Vasos de precipitación de 50,250 y 600ml
- Guantes
- Celdas de cuarzo

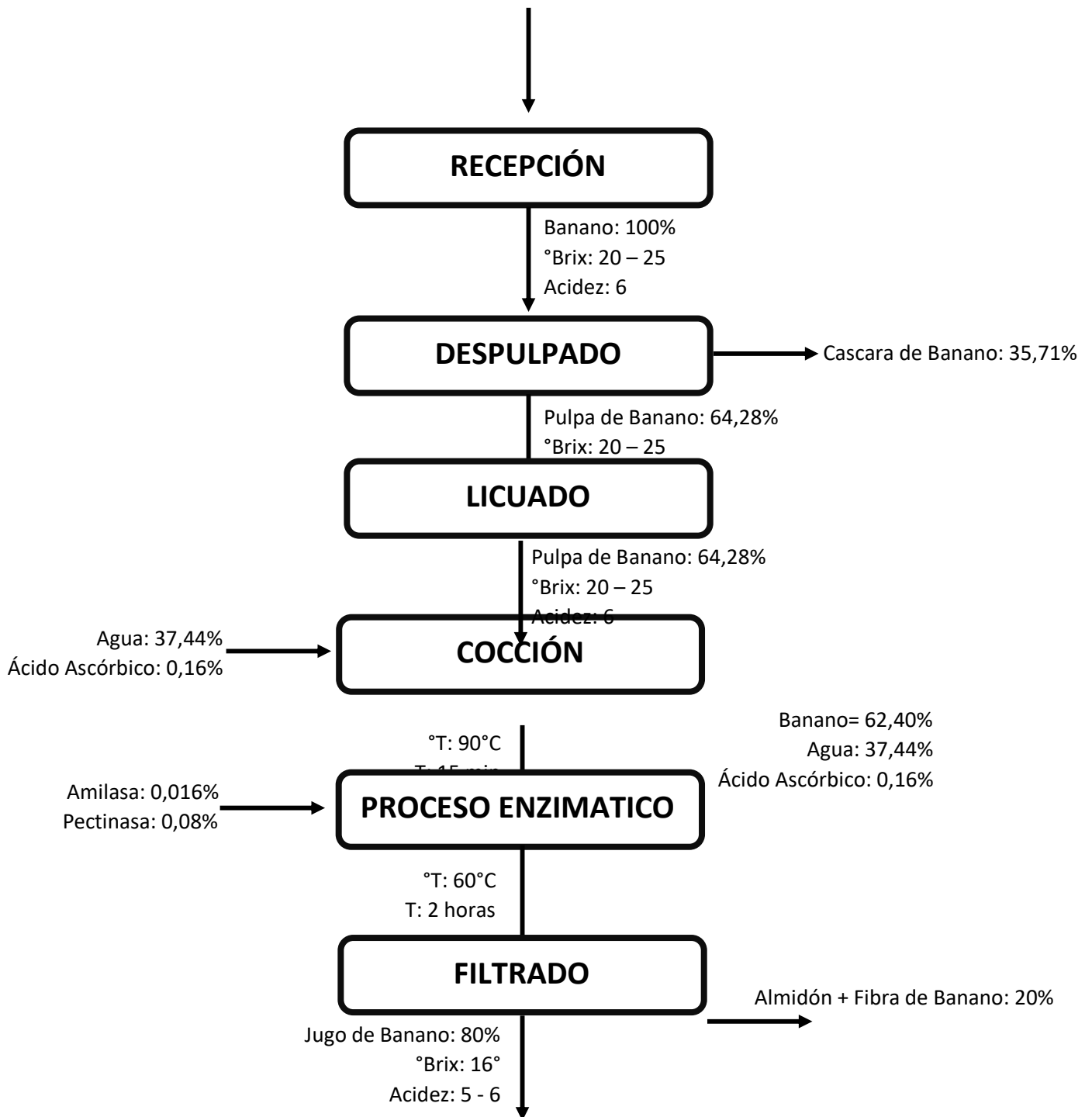
### **3.4 Metodología**

#### **3.4.1 Obtención de Jugo de Banano**

##### **3.4.1.1 Diagrama de Flujo**

Para la obtención del Jugo de Banano realizamos un proceso industrial donde el principal objetivo era la obtención del jugo previamente mencionado para luego agregarlo al proceso de elaboración de cerveza artesanal de banano orgánico.





### 3.4.1.2 Descripción del Diagrama de flujo

- Recepción: Se procederá a recibir los bananos obtenidos por parte de los productores de la Asociación Agraria Bananera Fincas de El Oro donde se procederá a realizar los diferentes tipos de análisis de calidad básicos.
  - Físicos: Presencias de plagas (cucarachas, roedores) y mohos

- Químicos: °Brix, Acidez.
- Despulpado: Se procederá a separar la pulpa de la cascará del banano para proceder a su respectivo proceso.
- Licuado: Se procederá a licuar los bananos por medio de una licuadora industrial con la finalidad de obtener un puré de banano libre de grumos o compuestos sólidos para facilitar el proceso siguiente.
- Cocción: Previamente a la incorporación del puré de banano se procederá a llevar el agua a una temperatura de 90°C para desdoblar los tejidos y fibras del banano que facilitan el trabajo de las enzimas.
- Proceso Enzimático: Se procederá a disminuir el puré de banano a una temperatura de 60°C para la incorporación de las enzimas y esperar por un lapso de 2 horas.
- Filtrado: Se filtrará el producto con la finalidad de obtener el jugo de banano para incorporarlo al siguiente proceso.

#### **3.4.1.3 Análisis del puré de banano sin enzimas**

- Caracterización Físico – Química

#### **3.4.1.4 Análisis del puré de banano con enzimas (Amilasa – Pectinasa)**

- Caracterización Físico – Química

#### **3.4.1.5 Análisis del Jugo de banano**

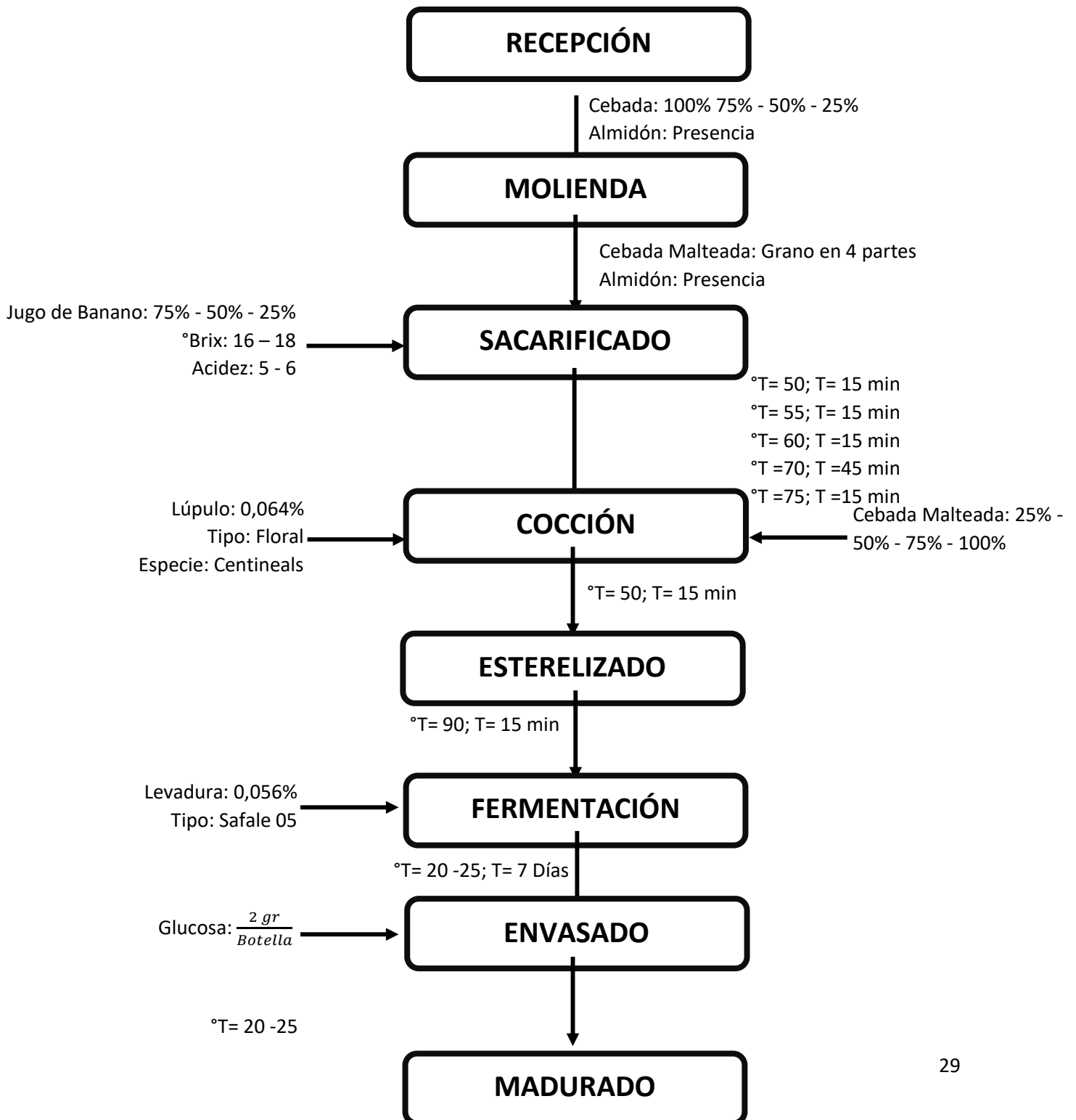
- Caracterización Físico - Química

### **3.4.2 Obtención de Cerveza de Banano**

Para la preparación de las formulaciones de la cerveza de banano orgánico se procedió a realizar la elaboración en las instalaciones de la Planta industrial de la Asociación Agraria Bananera Fincas de El Oro. Se elaboraron varias formulaciones con distintos porcentajes (Jugo de banano – Cebada). Los distintos diseños experimentales a ser estudiados se muestran en la tabla.

Tabla 1.- Formulaciones Cerveza de Banano Orgánico		
Tratamiento	Jugo de Banano	Cebada
T1	0%	100%
T2	75%	25%
T3	50%	50%
T4	25%	75%

### 3.4.2.1 Diagrama de Flujo de cerveza de Banano Orgánico



### 3.4.2.2 Descripción del Diagrama de flujo

- **Recepción:** Se procederá a receiptar la malta y se procederá a realizar los diferentes tipos de análisis de calidad básicos.
  - Físicos: Presencias de plagas (cucarachas, roedores, gorgojos) y mohos
  - Químicos: Presencia de almidón.
- **Molienda:** La malta deberá ser tritura en tamaño donde se divida el grano en 4 partes con la finalidad de exponer la parte central del grano para aprovechar lo más posible el almidón resultante y transformarlo en azúcar.
- **Sacarificado:** se expondrá a mezclar la malta con el jugo de banano a las diferentes formulaciones previamente expuestas con sus respectivos tiempos y así aprovechar el mayor porcentaje posible de azúcares presentes en la malta, se deberá controlar los distintos tiempos establecidos con las formulaciones previamente establecidas dentro de la presente investigación.

<b>Tratamiento</b>	<b>Jugo de Banano</b>	<b>Cebada</b>	<b>SACARIFICACIÓN</b>
<b>T1</b>	0%	100%	°T= 50; T= 15 min
<b>T2</b>	75%	25%	°T= 55; T= 15 min
<b>T3</b>	50%	50%	°T= 60; T =15 min
<b>T4</b>	25%	75%	°T =70; T =45 min °T =75; T =15 min

- **Cocción:** Se procederá a calentar el jugo macerado a una temperatura de 50°C por 15 minutos donde se procederá agregar el lúpulo.
- **Esterilizado:** El mosto será llevado a una temperatura de 90°C por 15 minutos con la finalidad de eliminar microorganismos patógenos que alterar el proceso de la fermentación.
- **Fermentación:** Se procederá a llevar el mosto a una temperatura de 20° - 25°C donde se le agregará la levadura y este proceso tendrá una duración de 7 días.

- **Envasado:** Se procederá a envasar la cerveza de manera estéril y previamente agregando un porcentaje de glucosa para facilitar así el proceso de fermentación.
- **Madurado:** El producto final deberá de estar en reposo por un periodo de 15 días a una temperatura de 6°C – 10°C para favorecer el proceso de gasificación.
- **Pasteurizado:** El producto final se deberá llevar a una temperatura de 90°C por 15 min lo que logrará para el proceso de fermentación que aún persiste en la cerveza.

#### **3.4.2.3 Análisis del Mosto**

- Caracterización Físico – Química
- Caracterización de Fermentación (Días – Consumo de grados °Brix de los mostos)

#### **3.4.2.4 Análisis de las Muestras de Cerveza de Banano**

- Caracterización Físico – Química

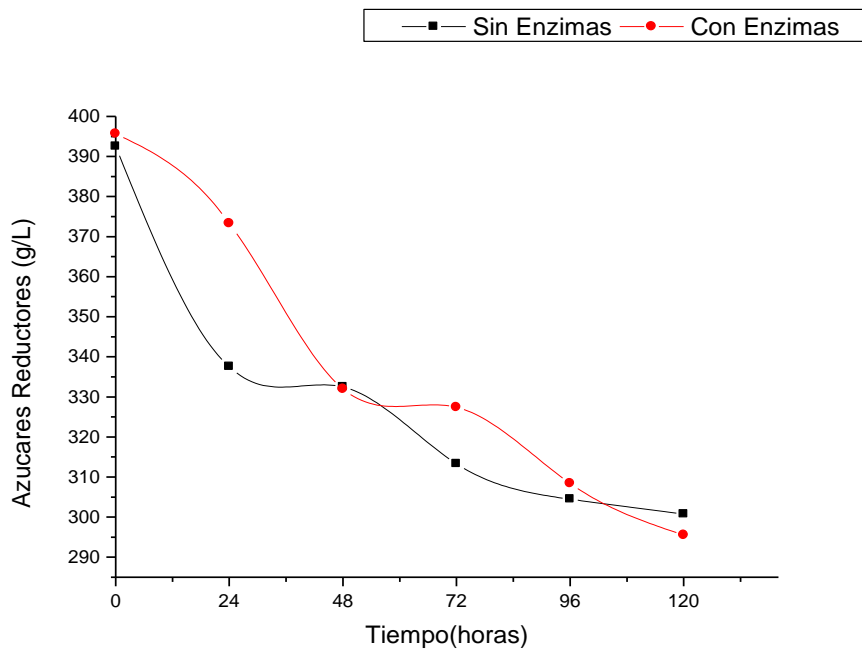
## CAPITULO I V

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

**Tabla 3. Comparación físico química de banano orgánico sin enzimas y con enzimas**

<b>COMPARACIÓN FÍSICO QUÍMICA DE BANANO ORGÁNICO SIN ENZIMAS Y CON ENZIMAS</b>		
<b>Variables</b>	<b>Valor con enzimas</b>	<b>Valor sin enzimas</b>
°Brix	14,48 ± 1,02	15,30 ± 1,10
pH	4,48 ± 0,02	3,89 ± 0,02
Humedad	80,15 ± 3,48	84,03 ± 3,41
Acidez	0,17 ± 0,06	0,14 ± 0,04
Solidos Totales	19,81 ± 3,33	15,97±3,41
Cenizas	0,98 ± 0,03	1,02 ± 0,02

En la tabla 3 se muestra la composición físico química de banano orgánico con enzimas y sin enzimas no se encuentra diferencia en los porcentajes de cada uno de los parámetros evaluados basándonos en lo escrito por (Guevara Bravo, 2015).



**Gráfica 2** Porcentaje de consumo de azúcares reductores

**Autoría:**

El porcentaje azúcares reductores de los tratamientos de jugo de banana orgánico con enzimas y sin enzimas se observa en la figura 1. En el cual en un periodo de tiempo de 48 horas existe un mayor consumo de azúcares, esto se da en los primeros días de fermentación la velocidad de reacción es muy alta basándonos en lo que dice (Robles Calderón et al., 2016)

#### 4.1 ANALISIS DE PORCENTAJE DE SUSTICION PARCIAL DE CEBADA MALTEADA

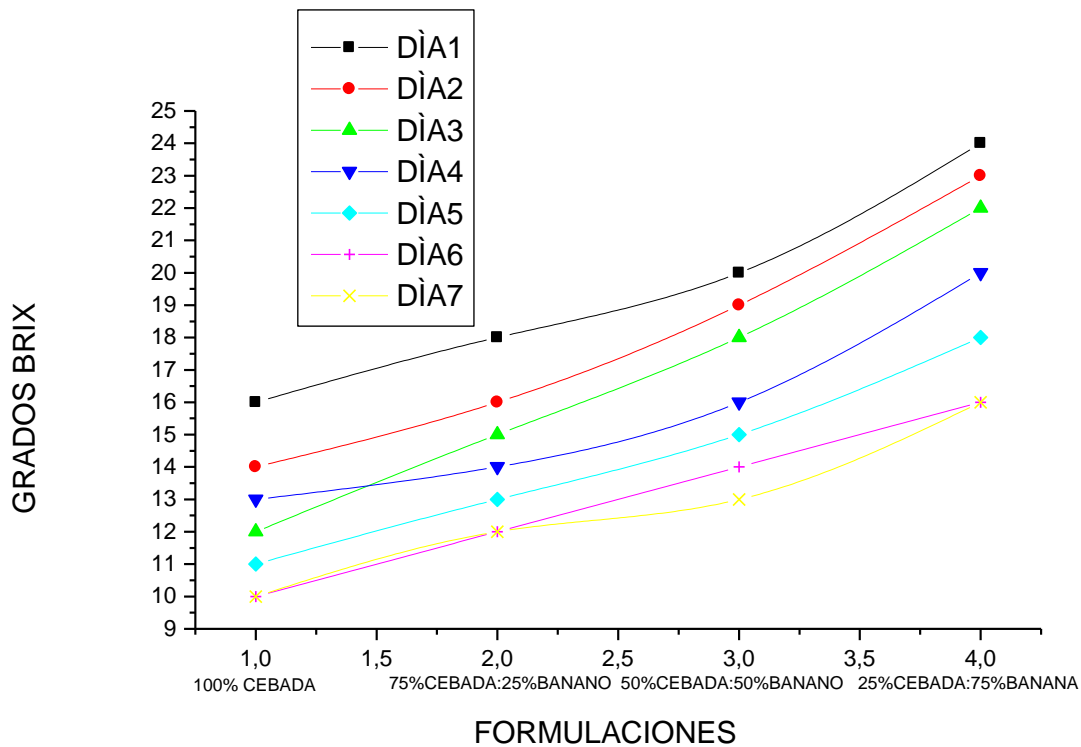
Se procedió a realizar análisis de sustituciones por medio del programa estadístico Desinn Expert (DX6) donde se evaluaron las distintas formulaciones previo a la catación de las formulaciones a continuación expresamos los resultados.

Tabla 4.- ANALISIS DE MUESTRAS				
Std	Run	Block	Component 1 A: Banano %	Component 1 B: Cebada Malteada %
4	1	1	62,50%	37,50%
1	2	1	75,00%	25,00%
3	3	1	25,00%	75,00%
2	4	1	50,00%	50,00%
6	5	1	25,00%	75,00%
7	6	1	75,00%	25,00%
5	7	1	37,50%	62,50%
8	8	1	50,00%	50,00%



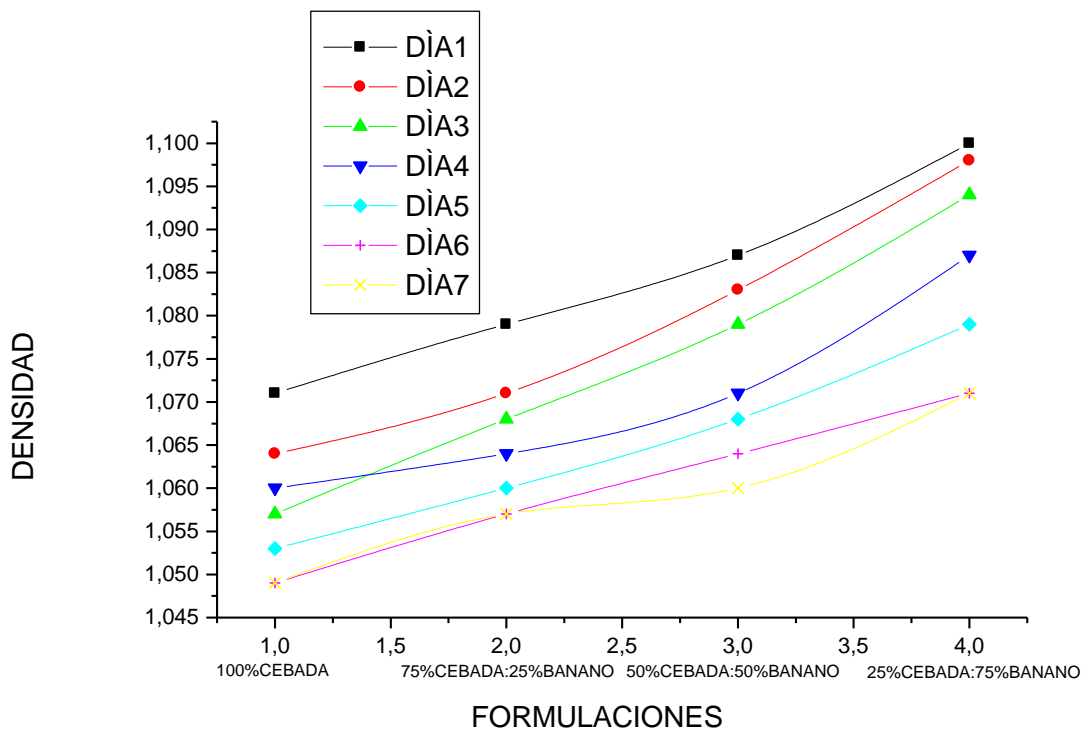
## 4.2 ANALISIS ESTADISTICO

### 4.2.1 ANALISIS EN EL PROCESO DE FERMENTACIÓN



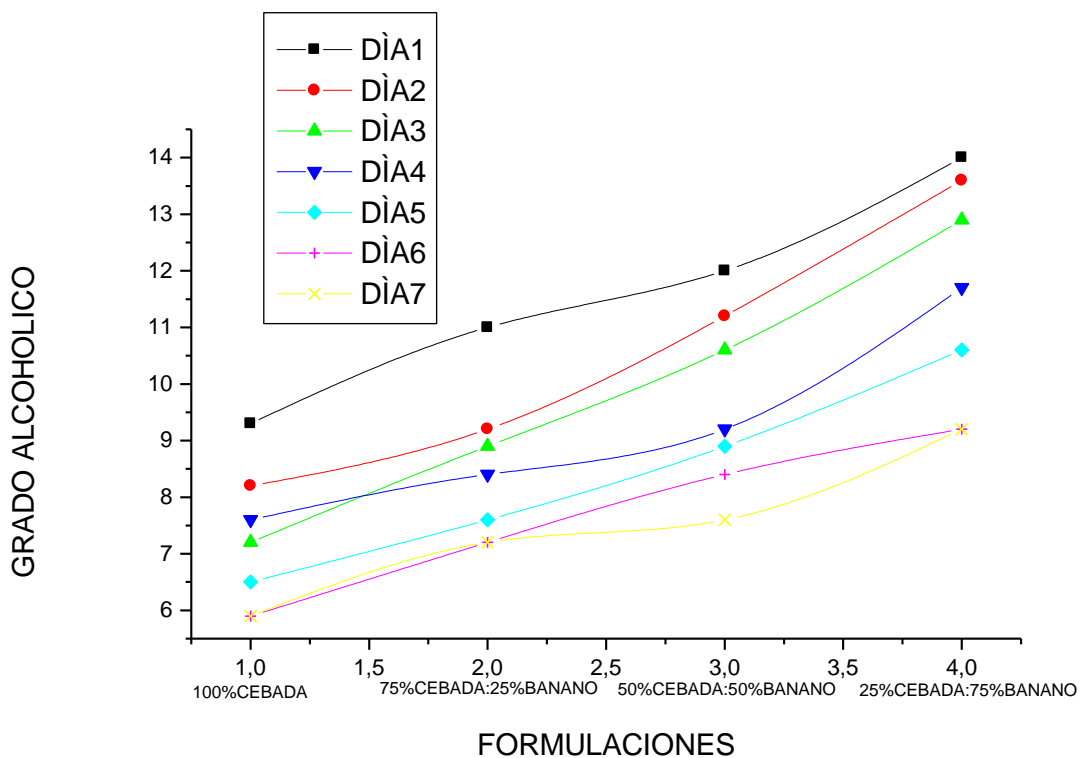
Gráfica 3 Grados brux con relación a las formulaciones

En esta grafica se puede apreciar el consumo de azucares que se da en el proceso de fermentación donde nuestro principal objetivo es saber cómo está reaccionando nuestras muestras con la finalidad de elegir nuestro mejor proceso, cabe recalcar que las 4 muestras tienen un grado de aceptación aceptable lo que los diferencia es la cantidad de materia prima que se utiliza al momento que se realizar el proceso de obtención de la cerveza.



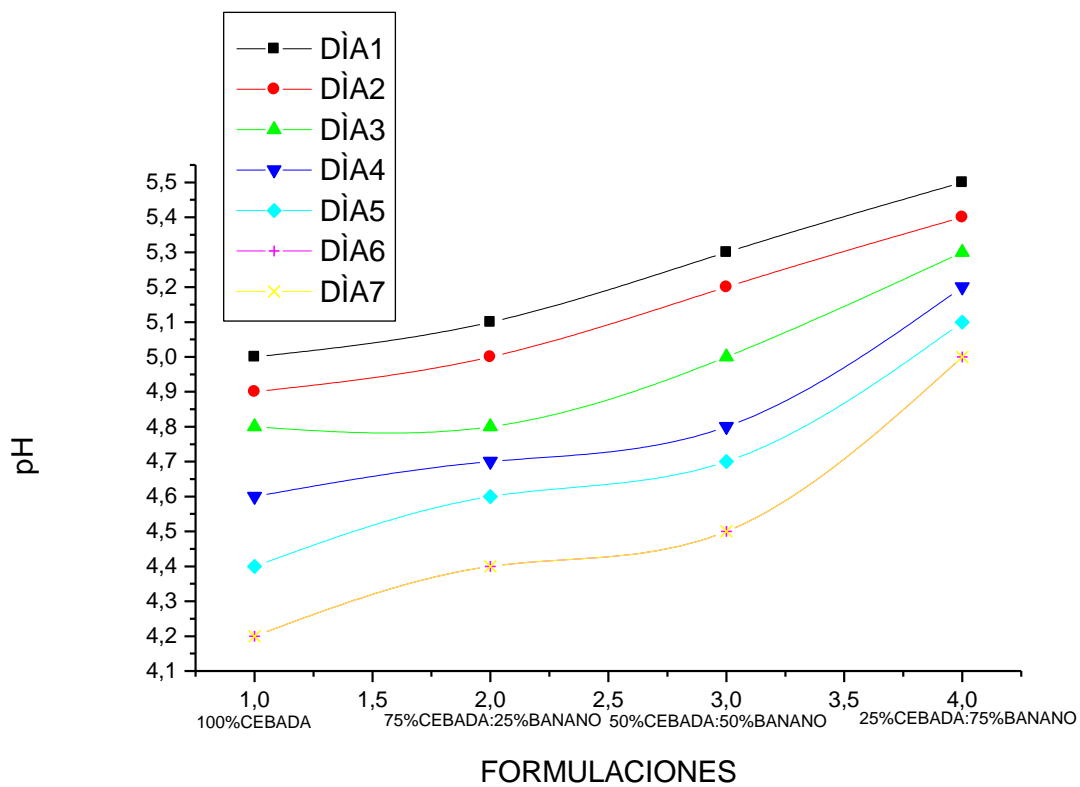
**Gráfica 4 Densidad en base a las formulaciones**

En esta grafica se puede apreciar el comportamiento de la densidad que se da en el proceso de fermentación donde nuestro principal objetivo es saber cómo está reaccionando nuestras muestras con la finalidad de elegir nuestro mejor proceso, cabe recalcar que las 4 muestras tienen un grado de aceptación aceptable lo que los diferencia es la cantidad de materia prima que se utilizar al momento de realizar el proceso de elaboración de la cerveza.



**Gráfica 5 Grado alcohólico con respecto a las formulaciones**

En esta grafica se puede apreciar el consumo de grado alcohólico que se da en el proceso de fermentación donde nuestro principal objetivo es saber cómo está reaccionando nuestras muestras con la finalidad de elegir nuestro mejor proceso, cabe recalcar que las 4 muestras tienen un grado de aceptación aceptable lo que los diferencia es la cantidad de materia prima que se utilizar al momento de realizar el proceso de elaboración de la cerveza.



**Gráfica 6 pH en diferentes formulaciones**

En esta grafica se puede apreciar el comportamiento de la PH que se da en el proceso de fermentación donde nuestro principal objetivo es saber cómo está reaccionando nuestras muestras con la finalidad de elegir nuestro mejor proceso, cabe recalcar que las 4 muestras tienen un grado de aceptación aceptable lo que los diferencia es la cantidad de materia prima que se utilizar al momento de realizar el proceso de elaboración de la cerveza.

### 4.3 ANALISIS SENSORIAL

#### 4.3.1ANALISIS COMPARATIVO DE AROMA

##### 4.3.1.1Resumen Estadístico

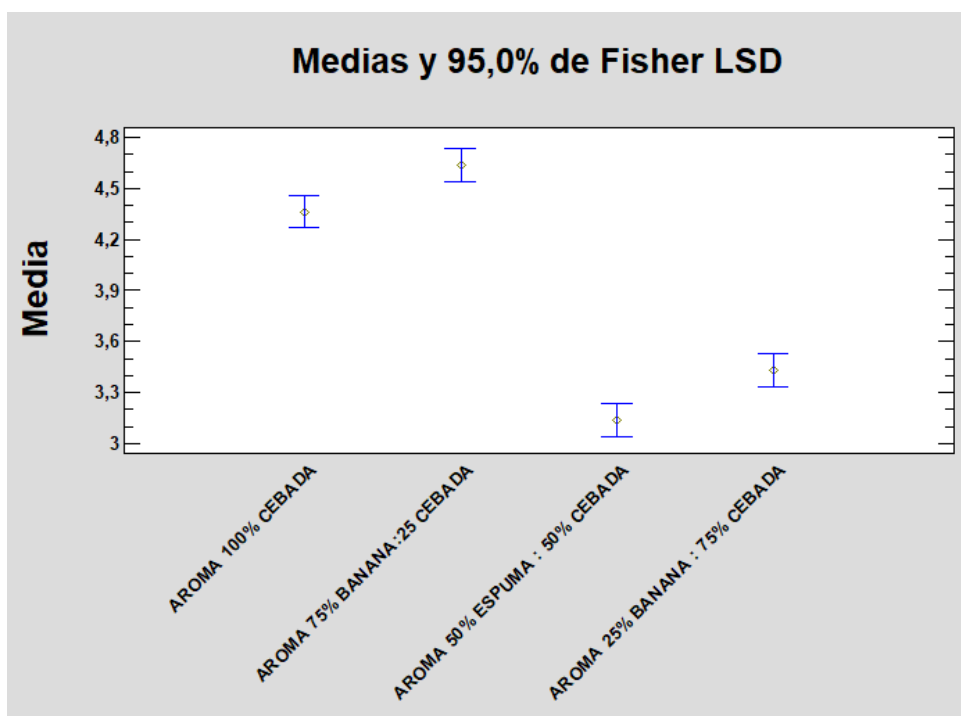
<b>TABLA 5.- DATOS ESTADISTICOS AROMA</b>			
	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>
AROMA 100% CEBADA	44	4,36364	0,486607
AROMA 75% BANANA:25 CEBADA	44	4,63636	0,486607
AROMA 50% ESPUMA : 50% CEBADA	44	3,13636	0,347142
AROMA 25% BANANA : 75% CEBADA	44	3,43182	0,501056
Total	176	3,89205	0,774408

#### Tabla ANOVA

<b>TABLA 6.- DATOS ESTADISTICOS AROMA</b>					
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	68,608	3	22,8693	108,24	0,0000
Intra grupos	36,3409	172	0,211284		
Total (Corr.)	104,949	175			

#### El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 108,24, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables con un nivel del 5% de significación. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.



Gráfica 7 Aroma en las formulaciones

El valor de catación en el parámetro de aroma tuvo como principal objetivo la comparación de las distintas muestras detalladas anteriormente mediante un sistema de cata conformada por distintos catadores hombres y mujeres que eran conformados por los mismos socios de la asociación donde cabe destacar que los que obtuvieron mayor puntaje en este parámetro fueron las muestras 1 (100% Cebada Malteada) y muestra 2 (75% Banana: 25% Cebada Malteada) cabe destacar los siguientes resultados las diferencias estadísticas fueron de un porcentaje menor al 0,05% lo que demostró que si hay diferencias significativas de todas las muestras evaluadas.

#### 4.4 ANALISIS COMPARATIVO DE SABOR

##### 4.4.1Resumen Estadístico

<b>TABLA 7.- DATOS ESTADISTICOS SABOR</b>			
	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>
SABOR 100% CEBADA	44	3,68182	0,561258
SABOR 75 BANANA : 25% CEBADA	44	4,81818	0,390154
SABOR 50% BANANA : 50% CEBADA	44	2,34091	0,479495

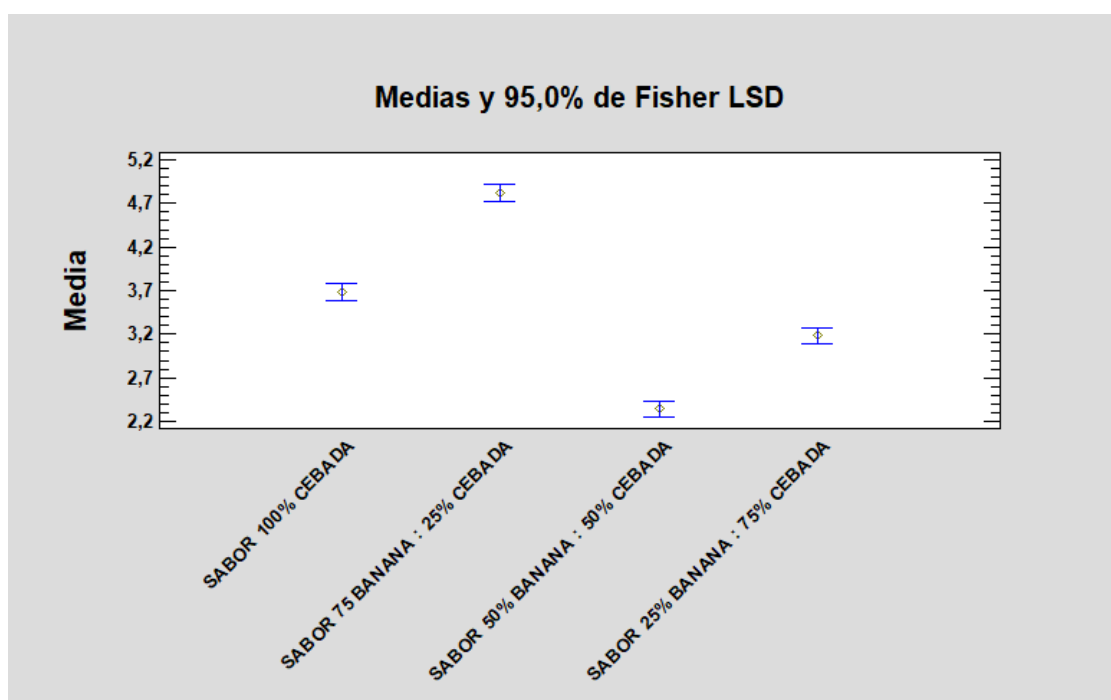
SABOR 25% BANANA : 75% CEBADA	44	3,18182	0,390154
Total	176	3,50568	1,00852

### Tabla ANOVA

<b>TABLA 8.- DATOS ESTADISTICOS SABOR</b>					
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	141,472	3	47,1572	222,08	0,0000
Intra grupos	36,5227	172	0,212341		
Total (Corr.)	177,994	175			

### El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 222,082, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables con un nivel del 5% de significación. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.



Gráfica 8 sabor en las diferentes formulaciones

El valor de catación en el parámetro de sabor tuvo como principal objetivo la comparación de las distintas muestras detalladas anteriormente mediante un sistema de cata conformada por distintos catadores hombres y mujeres que eran conformados por los mismos socios de la asociación donde cabe destacar que los que obtuvieron mayor puntaje en este parámetro fue la muestra 2 (75% Banana: 25% Cebada Malteada) cabe destacar los siguientes resultados las diferencias estadísticas fueron de un porcentaje menor al 0,05% lo que demostró que si hay diferencias significativas de todas las muestras evaluadas lo que nos da una razón más de la validez de nuestro estudio ya que la muestra 2 es la que está conformado por el mayor porcentaje de banano posible.

#### 4.5 ANALISIS COMPARATIVO DE AMARGOR

##### 4.5.1 Resumen Estadístico

	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>
AMARGOR 100% CEBADA	44	3,86364	0,878448
AMARGOR 75% BANANA : 25% CEBADA	44	4,54545	0,503686
AMARGOR 50% BANANA : 50% CEBADA	44	2,25	0,438019
AMARGOR 25% BANANA : 75% CEBADA	44	3,40909	0,542097
Total	176	3,51705	1,03634

#### Tabla ANOVA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	122,972	3	40,9905	108,51	0,0000
Intra grupos	64,9773	172	0,377775		
Total (Corr.)	187,949	175			

#### El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 108,505, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables con un nivel del 5% de



significación. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.

#### 4.6 Análisis comparativo de espuma

##### 4.6.1 Resumen Estadístico

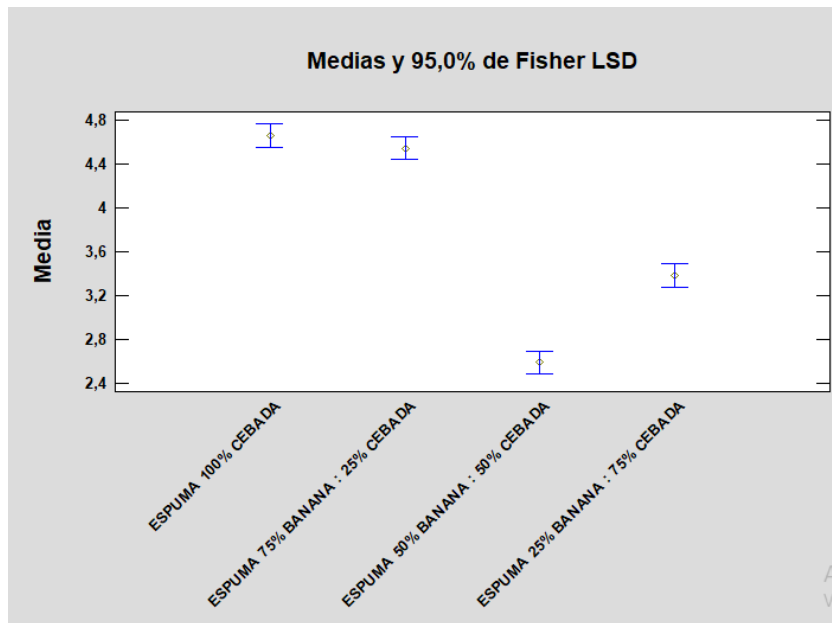
<b>TABLA 11.- DATOS ESTADISTICOS ESPUMA</b>			
	<i>Recuento</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación Estándar</i>
ESPUMA 100% CEBADA	44	4,65909	0,479495
ESPUMA 75% BANANA : 25% CEBADA	44	4,54545	0,503686
ESPUMA 50% BANANA : 50% CEBADA	44	2,59091	0,49735
ESPUMA 25% BANANA : 75% CEBADA	44	3,38636	0,537691
Total	176	3,79545	0,993224

#### Tabla ANOVA

<b>TABLA 12.- DATOS ESTADISTICOS ESPUMA</b>					
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	128,773	3	42,9242	168,32	0,0000
Intra grupos	43,8636	172	0,255021		
Total (Corr.)	172,636	175			

#### El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, que en este caso es igual a 168,316, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 4 variables con un nivel del 5% de significación. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, seleccione Pruebas de Múltiples Rangos, de la lista de Opciones Tabulares.



**Gráfica 9 Espuma en las diferentes formulaciones**

El valor de catación en el parámetro de ESPUMA tuvo como principal objetivo la comparación de las distintas muestras detalladas anteriormente mediante un sistema de cata conformada por distintos catadores hombres y mujeres que eran conformados por los mismos socios de la asociación donde cabe destacar que los que obtuvieron mayor puntaje en este parámetro fue la muestra 2 (75% Banana: 25% Cebada Malteada) cabe destacar los siguientes resultados las diferencias estadísticas fueron de un porcentaje menor al 0,05% lo que demostró que si hay diferencias significativas de todas las muestras evaluadas cabe recalcar que la muestra 1 tuvo la mejor apreciación en este parámetro y que la muestra 2 se asemeja con un pequeño porcentaje de diferencia lo que nos da una muestra clara de la igualdad de nuestro producto.

## CAPITULO V

### CONCLUSIÒN

- Mediante el estudio de las 4 formulaciones una de ellas una muestra patròn, concluimos que las 4 formulaciones logran un comportamiento que està dentro de los parámetros (densidad, grado alcohólico, azúcares y ph) para elaboración una cerveza artesanal llegando a concluir que las utilizaciones de cualquiera de las formulaciones pueden elaborar un producto aceptable.
- Mediante la prueba de cataciòn elaborada con los productos de la empresa logramos concluir por los distintos parámetros evaluados (SABOR, AROMA, AMARGOR Y ESPUMA) que la formulaciòn que mayor aceptaciòn es la de 75% banana: 25% cebada malteada.
- Se caracterizó físico químicamente la materia prima con y sin enzimas dando como en la caracterizaciòn del jugo de banano orgánico con enzimas tienen °Brix  $14,48 \pm 1,02$ , de pH  $4,48 \pm 0,02$ , de Humedad  $80,15 \pm 3,48$ , de Acidez  $0,17 \pm 0,06$ , de Solidos Totales  $19,81 \pm 3,33$  y Cenizas  $0,98 \pm 0,03$  mientras que sin enzimas se obtuvo los siguientes resultados ° Brix  $15,30 \pm 1,10$ , de Ph  $3,89 \pm 0,02$ , de Humedad  $84,03 \pm 3,41$ , de Acidez  $0,14 \pm 0,04$ , de Solidos Totales  $15,97 \pm 3,41$  y Cenizas  $1,02 \pm 0,02$ , en los azúcares reductores con enzimas se partiò con  $370,417\text{g/L}$  durante las primeras 48 horas la degradaciòn de los azúcares fue alta y al terminar este proceso llego hasta  $341\text{g/L}$  en cambio sin enzimas se obtuvieron valores de  $349,119\text{g/L}$  hasta un consumo de  $246,494\text{g/L}$ .

## CAPITULO V

### RECOMENDACIONES

- Se recomienda al momento de realizar el proceso de obtención del jugo de banano mantener el pH a un rango de entre 4,5 – 5 y a una temperatura constante de 60°C con la finalidad de mantener las propiedades físicas (color) y químicas (acidez) del jugo de banano.
- El proceso del sacarificado es muy importante tener presente 3 pasos fundamentales para una buena sacarificación como la asepsia del proceso tener todo limpio sin ningún foco de contaminación, control total de los tiempos y temperaturas del proceso para una buena sacarificación y lo más importante el control total de los °BRIX y densidad del producto tener muy bien definido a donde se desea llegar en esos aspectos para lograr una buena fermentación y grado alcohólico deseado.
- El proceso de fermentación se recomienda un control total de la temperatura del proceso es parte fundamental mantener una temperatura ideal en el caso de nuestra formulación nuestra temperatura ideal es de 16 – 18 °C aunque en otras formulaciones varían por el tipo de levadura que se utilice pero respetar esa temperatura y mantenerla constante tendrá como objetivo el éxito en el proceso de fermentación.

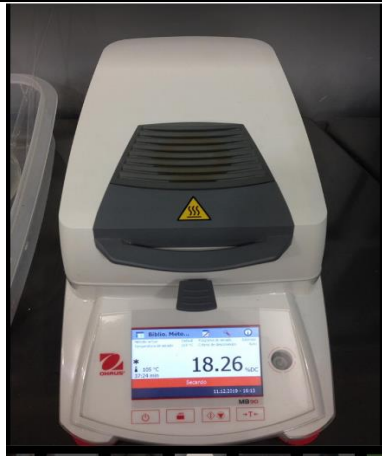
## ANEXOS



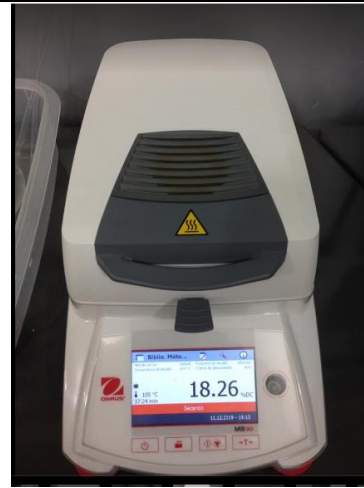
Anexo 2. medición de pH



Anexo 4. Medición de °Brix



**Anexo 5. Lectura de humedad**



**Anexo 6. Lectura de Solidos Totales**



## BIBLIOGRAFÍA

- Bello GIL, D. (2006). Determinación de azúcares reductores totales en jugos mezclados de caña de azúcar utilizando el método del ácido 3,5 dinitrosalicílico. *Icidca*, 40, 45–50.
- Bernal, L. (2006). *Una nueva visión de la degradación del almidón*.
- Bigeon, G., Benítez, F., Pellicer, K., & Copes, J. (2017). Cervezas elaboradas artesanalmente: análisis de la normativa técnico-sanitaria vigente. *Analecta Veterinaria*, 37(2), 016. <https://doi.org/10.24215/15142590e016>
- Campuzano, A., Cornejo, F., Ruiz, O., & Peralta, E. (2010). Efecto del tipo de producción de banano cavendish en su comportamiento poscosecha. *Revista Tecnológica ESPOL– RTE*, 23(2), 41–48.
- Dadzie, B. K., & Orchard, E. (1997). Evaluación rutinaria postcosecha de híbridos de bananos y plátanos : criterios y métodos. *International Network for the Improvement of Banana and Plantain*, 1–75.
- Espinel, E., & López, E. (2009). Purificación y caracterización de  $\alpha$ -amilasa de *Penicillium commune* producida mediante fermentación en fase sólida. *Revista Colombiana de Química*, 38(2), 191–208.
- Espitia-Rocha, C., Espitia-Rivera, H., & Gutierrez-Rojas, I. (2009). Ethanol production from hydrolyzed unmalted barley using commercial  $\alpha$ - and  $\beta$ -amylase. *Universitas Scientiarum*, 14(2–3), 164–172. <https://doi.org/10.11144/javeriana.SC14-2-3.pdea>
- Gallardo, I., Gomez, O., Boffill-Rodríguez, Y., & Ozuna, Y. (2013). *Drinks Production Using Malted Sorghum As Feedstock for Celiac*. 4, 61–74.
- Guevara Bravo. (2015). Hidrólisis Endo-Enzimática Y Producción De Etanol a Partir Del Banano De Rechazo. *Bioteología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(2), 86. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(13\)86-93](https://doi.org/10.18684/bsaa(13)86-93)
- Hernández-Medina, M., Torruco-Uco, J. G., Chel-Guerrero, L., & Betancur-Ancona, D. (2008). Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. *Ciencia e Tecnología de Alimentos*, 28(3), 718–726. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612008000300031>

- INEN. (2013). *Ecuatoriana Nte Inen 2744*.
- Jara, E., Alvarez, A., Lefranc, R., & Navarro, A. (2007). Magíster en Marketing Plan de Marketing CERVEZA ARTESANAL “ REIN BIER .” *Repositorio Universidad de Chile*, 1–70. [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/114898/CERVEZA ARTESANAL “REIN BIER”.pdf?sequence=4](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/114898/CERVEZA_ARTESANAL_“REIN_BIER”.pdf?sequence=4)
- Jorge Coronel, C. J. (2011). *Guía para los productores de cebada de la tierra sur*.
- Lema-Aguirre, A. C., Basantes-Morales, E. R., & Pantoja-Guamán, J. L. (2016). Producción de cebada (*Hordeum vulgare* L.) con urea normal y polimerizada en Pintag, Quito, Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, 28(1), 97. <https://doi.org/10.15517/am.v28i1.22705>
- López de la Maza, L. E., Zumalacárregui de Cárdenas, L., & Pérez Ones, O. (2019). Application of principal component analysis to alcoholic fermentation. *Revista Científica de La UCSA*, 6(2), 11–19. <https://doi.org/10.18004/ucsa/2409-8752/2019.006.02.011-019>
- López Pérez, J. P., & Boronat Gil, R. (2013). Estudio de la inhibición de la respiración/fermentación en células de levadura por fluoruro de sodio. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 10(1), 133–138. [https://doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2013.v10.i1.10](https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2013.v10.i1.10)
- Martínez, J. R., Valls, V., & Villarino, A. (2007). El lúpulo contenido en la cerveza, su efecto antioxidante en un grupo controlado de población. *Centro De Información Cerveza Y Salud*, 16, 1–114. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2016.07.024>
- Medina, T. P., Fernández-Durán, N. de A., Sánchez, A. P., & González, L. S. (2015). Beneficios del consumo moderado de cerveza en las diferentes etapas de la vida de la mujer. *Nutricion Hospitalaria*, 32, 32–34. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.sup1.9476>
- Mosquera, J. T. (2006). *ALCOHOL ETÍLICO: Un tóxico de alto riesgo para la salud humana socialmente aceptado*.
- Nieblas, C., Gallardo, I., Rodríguez, L., Carvajal, N., González, J., & Pérez, M. (2016). Obtención De Bebidas Y Otros Productos Alimenticios a Partir De Dos Variedades De Sorgo Obtaining of Drinks and Other Nutritious Products Starting From Two



- Sorghum Varieties. *Centro Azúcar*, 43(3), 66–77.  
<http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v43n3/caz07316.pdf>
- Orellana, H. (2008). *EL CULTIVO DE BANANO*. 26. [www.sica.gov.ec](http://www.sica.gov.ec)
- Palomeque, J. (2016). IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE BANANO ORGANICO.CASO PROVINCIA EL ORO,ECUADOR. *Revista Científica Universidad y Sociedad*, 8, 150.
- Prida, J. J. de la, Hernandez, M. C., & Quintana, C. (2012). *Evaluación industrial de levaduras del género Saccharomyces en la destilería George Washington*  
*Industrial evaluation of Saccharomyces yeasts at George*. 42–52.
- Rios, D. K., Britto, R., & Delgado, H. (2011). EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO Y SUS COMPONENTES EN GENOTIPOS DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) DIFERENCIADOS POR SU TIPO DE ESPIGA Y GRANO EVALUATION OF YIELD AND ITS COMPONENTS IN BARLEY (*Hordeum vulgare* L.) GENOTYPES DIFFERENTIATED FOR SPIKE AND KERNEL TYPES. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 14(2), 55–63.
- Robles Calderón, R., Feliciano Muñoz, O., & Chirre Flores, J. H. (2016). Estudio del consumo de azúcares reductores durante la fermentación alcohólica del mosto de uva Italia para la obtención de vino blanco. *Industrial Data*, 19(2), 104.  
<https://doi.org/10.15381/idata.v19i2.12842>
- Rodríguez De la Pava, G., Zuluaga Gutiérrez, C., Puerta Polanco, L., & Ruiz Agudelo, L. (2013). Evaluación de parámetros fisicoquímicos en el proceso de fritura de banano osmodeshidratado. *Bioteología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, 11(1), 123–129.
- Sagromsky, H. (1972). Kultur von *Hordeum vulgare* in Erde und in Hydroponik - ein Vergleich. *Die Kulturpflanze*, 19(1), 315–319.  
<https://doi.org/10.1007/BF02095192>
- Suárez-machín, C., Garrido-carralero, N. A., & Guevara-rodríguez, C. A. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica. *ICIDCA. Sobre Los Derivados de La Caña de Azúcar*, 50(1), 20–28.
- Suárez, M. (2013). Cerveza: componentes y propiedades. *Procesos de Fabricación de*

*Bebidas Alcohólicas*, 1–99.

[http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/19093/8/TFM\\_ Maria Suarez Diaz.pdf](http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/19093/8/TFM_Maria%20Suarez%20Diaz.pdf)

Tirado, D. F., Montero, P. M., & Acevedo, D. (2015). Estudio comparativo de métodos empleados para la determinación de humedad de varias matrices alimentarias. *Informacion Tecnologica*, 26(2), 3–10. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000200002>

Vázquez, J. (2007). Fermentación alcohólica: Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícolas. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 8(4), 249–259. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2007.08n4.020>